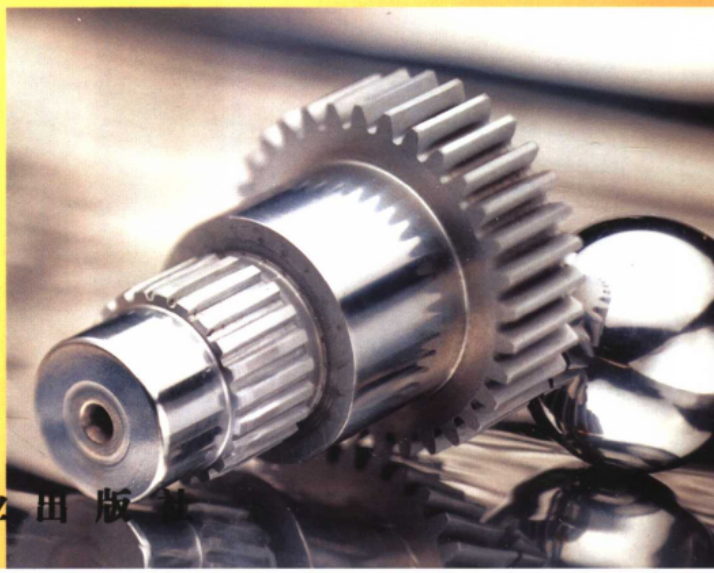


国家技能型、紧缺型、实用型人才培养培训工程
机电、工程类通用教材

液压与气动技术

李新德 主编



中国商业出版社

责任编辑：刘毕林

封面设计：于凤丽



机电、工程类系列教材

金属工艺学

公差配合与测量技术

工程力学

机械设计基础

机械制图

机械制图习题集

液压与气动技术

电子设计自动化

C 语言程序设计

ISBN 7-5044-5749-3



9 787504 457493 >

ISBN 7-5044-5749-3/TH·12

定价：29.80 元

国家技能型、紧缺型、实用型人才培养培训工程
机电、工程类通用教材

液 压 与 气 动 技 术

主 编 李新德
副主编 王 振
主 审 李新德

中 国 商 业 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动技术/李新德编著. —北京:中国商业出版社,2006.9

ISBN 7-5044-5749-3

I. 液… II. ①李… III. ①液压传动②气动技术
IV. ①TH137②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 108640 号

责任编辑:刘毕林

封面设计:于凤丽

中国商业出版社出版发行
(100053 北京广安门内报国寺1号)
新华书店总店北京发行所经销
中铁十八局一处涿州印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:17 字数:250 千字
2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷

定价:29.80 元

* *

(如有印装质量问题可更换)

前言

随着高职教学改革的深入开展,改革课程教学内容,提高学生的动手能力,培养实用型人才已成为了专业课教师在教学中必须认真考虑的一项重要工作。为此,我们在进行各门课的教学之前都要明确专业的培养目标;明确本课程在专业知识结构中的重要性;明确课程与前后课程的联系,确定课程的具体教学内容,制订教学实施计划。特此组织有关人员编写了机电类通用系列教材。《液压与气动技术》是我高职教材编委会编写的机电类课程规划教材之一,是根据国家教育部对职业教育基本要求,结合近年来高职高专院校实际情况编写而成的。它是高职院校工程机械类、近机类专业的通用教材,也可供职工大学、业余大学、函授大学、中等专业学校的师生及有关工程技术人员、企业管理人员选用或参考。

本书主要根据高职高专《液压与气动技术》教学大纲进行编写的。编写内容突出了以下特色:①理论知识以“必须”、“够用”为度,注重实践能力培养。②本教材的编写力求做到突出高职特色,本着强调基础、突出应用、力求创新的总体思路,减少一些重学术、轻实践或与专业培养目标关系不大的内容。③液压技术与气动技术两部分内容既有联系,又相互独立,各校可根据学生的专业情况选用。④为指导学生学习,每章的开篇列出了本章的重点和难点。⑤为了方便学生复习巩固学习内容,各章后均附有思考题与习题。⑥教材中的插图规范、清晰、美观。⑦液压与气动图形符号严格执行国家标准(GB/T786.1-1993)。⑧在内容上增加了当代科学技术和制造工业发展的新成果,如插装阀、电液比例控制阀、电液数字控制阀、液压CAD等。

本教材由河南省商丘职业技术学院李新德任主编,并担任本书的主审工作,王振任副主编。具体分工如下:李新德编写了第2、3、4、6、7、8、11、12章,王振编写了第1、5、9、10、13章及附录。

尽管我们在编写过程中做出了很多的努力,由于编者的水平有限,书中难免有疏忽和不当之处,恳请各位读者多提一些宝贵的意见和建议。

编者

2006年6月

目 录

第1章 液压传动概论	(1)
§ 1.1 液压传动的工作原理及组成	(1)
§ 1.2 液压传动的优缺点及应用发展	(4)
第2章 液压传动基础	(7)
§ 2.1 液压油	(7)
§ 2.2 液体的静力学基础	(14)
§ 2.3 液体动力学基础	(17)
§ 2.4 液体流动时的压力损失	(23)
§ 2.5 液体流经小孔和缝隙的流量	(25)
§ 2.6 液压冲击和气穴现象	(29)
第3章 液压泵与液压马达	(34)
§ 3.1 液压泵与液压马达的概述	(34)
§ 3.2 齿轮泵	(38)
§ 3.3 叶片泵	(43)
§ 3.4 柱塞泵	(51)
§ 3.5 液压马达	(55)
§ 3.6 液压泵与液压马达的选用	(58)
第4章 液压缸	(61)
§ 4.1 液压缸的类型及特点	(61)
§ 4.2 液压缸的结构	(68)
§ 4.3 液压缸的设计计算	(72)
§ 4.4 液压缸常见的故障及排除方法	(74)
第5章 液压辅助元件	(77)
§ 5.1 油管与管接头	(77)
§ 5.2 蓄能器	(81)
§ 5.3 过滤器	(83)
§ 5.4 油箱	(88)
§ 5.5 热交换器	(90)

§ 5.6 流量计、压力表及压力表开关	(92)
§ 5.7 密封装置	(94)
第6章 液压控制阀	(97)
§ 6.1 液压控制元件概述	(97)
§ 6.2 方向控制阀	(99)
§ 6.3 压力控制阀	(109)
§ 6.4 流量控制阀	(120)
§ 6.5 插装阀与叠加阀	(124)
§ 6.6 电液比例控制阀、电液伺服阀	(128)
§ 6.7 数字阀简介	(133)
第7章 液压系统基本回路	(137)
§ 7.1 压力控制回路	(137)
§ 7.2 方向控制回路	(143)
§ 7.3 速度控制回路	(144)
§ 7.4 多缸工作控制回路	(153)
第8章 典型液压传动系统及故障分析	(161)
§ 8.1 组合机床动力滑台液压传动系统	(162)
§ 8.2 数控车床液压系统	(165)
§ 8.3 万能外圆磨床液压传动系统	(168)
§ 8.4 汽车起重机液压系统	(173)
§ 8.5 液压系统故障诊断与分析	(177)
※第9章 液压系统的设计与计算	(186)
§ 9.1 液压系统的设计步骤和方法	(186)
§ 9.2 液压系统设计计算实例	(195)
§ 9.3 液压 CAD 技术简介	(204)
第10章 气压传动概述	(207)
§ 10.1 气压传动系统的工作原理	(207)
§ 10.2 气压传动系统的组成	(208)
§ 10.3 气压传动的特点	(209)
第11章 气动元件	(210)
§ 11.1 气源装置	(210)
§ 11.2 气动控制元件	(218)

§ 11.3 逻辑元件	(227)
§ 11.4 执行元件	(229)
 第 12 章 气动基本回路及应用实例	 (235)
§ 12.1 气动基本回路	(235)
§ 12.2 气压传动系统应用实例分析	(243)
 第 13 章 气动系统的安装与调试、使用及维护	 (251)
§ 13.1 气动的安装与调试	(251)
§ 13.2 气动系统的使用与维护	(252)
§ 13.3 气动系统主要元件常见的故障及其排除方法	(253)
 附录	 (259)
1. 基础符号	(259)
2. 管路、管路连接和管接头	(259)
3. 控制方式	(260)
4. 泵和马达	(261)
5. 缸	(261)
6. 压力控制阀符号	(262)
7. 方向控制阀符号	(263)
8. 流量控制阀符号	(263)
9. 辅助元件符号	(264)
 参考文献	 (265)

第1章 液压传动概论

液体传动是以液体(油、合成液体)作为工作介质,利用液体的压力能来进行能量传递的传动方式,它包括液压传动和液力传动。液力传动主要利用非封闭状态下液体的动能或位能来进行工作的传动方式(如离心泵、液力变矩器等);液压传动主要利用密闭系统中的受压液体来传递运动和动力传动方式。两者在原理上有很大的区别,本书主要讨论后者。

§ 1.1 液压传动的工作原理及组成

1.1.1 液压传动的工作原理

1. 液压千斤顶的工作原理

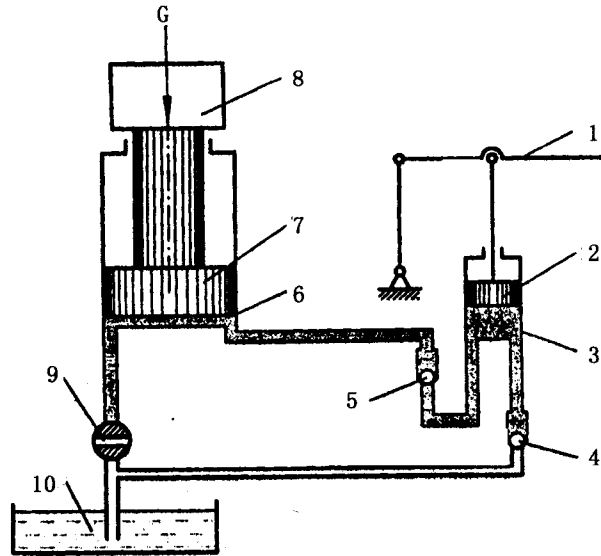
讨论液压传动的工作原理我们从最简单的液压千斤顶着手,图1-1标示了该液压系统的工作原理。液压千斤顶由手动柱塞泵和举升缸两部分构成。手动柱塞泵由杠杆1、小活塞2、小缸体3、单向阀4和5等组成;举升缸由大活塞7、大缸体6、卸油阀9等组成,另外还有油箱10和重物8。

工作时,先提起杠杆1,小活塞2被带动上升,小缸体3下腔的密闭容积增大,腔内的压力降低,形成部分真空,单向阀5将所在油路关闭,而油箱10中的油液则在大气压力的作用下,推开单向阀4的钢球,沿吸油孔道进入并充满小缸体3的下腔,完成一次吸油动作。接着压下杠杆1,小活塞2下移,小缸体3下腔的密闭容积减少,其腔内压力升高,使单向阀4关闭,阻断了油液流回油箱的通路,并使单向阀5的钢球受到一个向上的作用力,当这个作用力大于缸体6下腔对它的作用力时,钢球被推开,油液便进入缸体6的下腔(卸油阀9处于关闭状态),推动活塞7向上移动将重物8顶起一段距离。反复提压杠杆1,就可以使大活塞7推举重物8不断上升,达到起重的目的。将卸油阀9转动 90° ,缸体6下腔与油箱相连通,活塞7在重物8推动下下移,下腔的油液通过卸油阀9排回油箱10。

从以上液压千斤顶的工作过程可以看出,液压传动有以下特点:

(1)液压传动以液体(一般为矿物油)作为传递动力和运动的工作介质,而且传动中必须经过两次能量转换。先把机械能转换为便于输送的液体的压力能,然后把液体的压力能转换为机械能做功。

(2)液压传动是依靠密闭的容器(或密闭系统)内密封容积的变化来传递能量的。如果容器不密封,就不能形成必要的压力;如果密闭容积不变化,就不能实现吸油和压油,也就不能利用受压液体传递运动和动力。



1. 杠杆;2. 小活塞;3. 小缸体;4、5. 单向阀;6. 大缸体;
7. 大活塞;8 重物;9. 卸油阀;10. 油箱

图 1-1 液压千斤顶的工作原理

2. 机床工作台的液压传动系统

图 1-2(a) 为机床工作台液压系统结构原理。它由油箱 1、过滤器 2、液压泵 3、溢流阀 4、节流阀 5、换向阀 6、手柄 7、液压缸 8、工作台 9 以及连接这些元件的油管、接头等组成。液压缸 8 固定在床身上, 活塞连同活塞杆带动工作台 9 做往复运动。液压泵由电动机(图中没有标示出来)驱动, 通过滤油器 2 从油箱 1 中吸油并送入密闭的系统内。

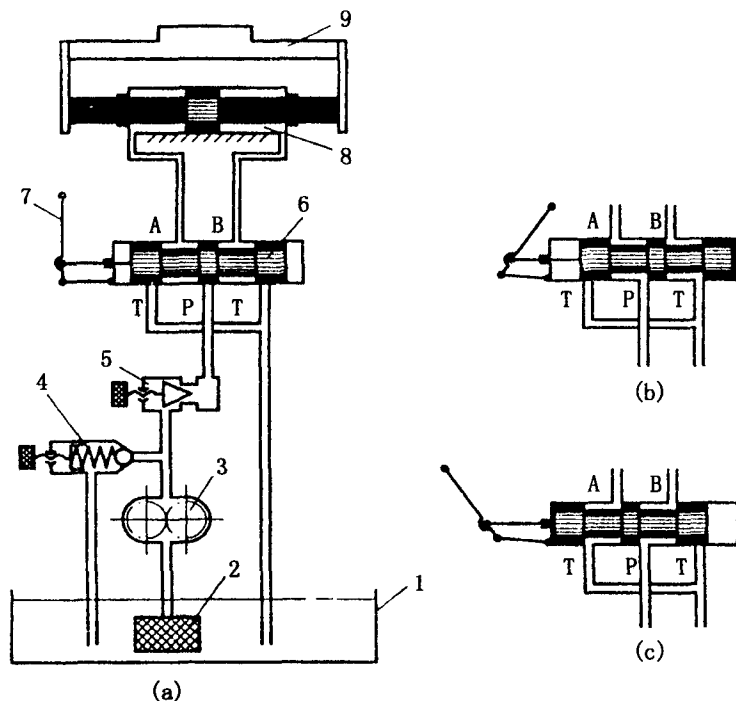
如果将换向阀手柄 7 向右推, 使阀芯处于如图 1-2(b) 所示位置, 则来自泵输出的压力油→节流阀 5→换向阀 6→液压缸 8 左腔, 推动活塞连同工作台 9 向右移动。这时液压缸 8 右腔的油液→换向阀 6→油箱 1。

如果将换向阀手柄 7 向左推, 使阀芯处于如图 1-2(c) 所示位置, 则来自泵输出的压力油→节流阀 5→换向阀 6→液压缸 8 右腔, 推动活塞连同工作台 9 向左移动。这时液压缸 8 左腔的油液→换向阀 6→油箱 1。

如果换向阀 6 的阀芯处于如图 1-2(a) 所示中间位置时, 泵输出的压力油→节流阀 5→换向阀 6 而被封闭, 此时泵输出的压力油→溢流阀 4→油箱。由于液压缸两腔被换向阀 6 封闭, 活塞停止不动, 这时工作台 9 停止运动。

工作台移动的速度可通过节流阀 5 的开口大小来调节。当节流阀 5 的阀口增大时, 进入液压缸的油液量增大, 工作台的移动速度升高; 反之当关小节流阀 5 的阀口时, 进入液压缸的油液量减小, 工作台的移动速度减小。

转动溢流阀 4 的调节螺钉, 可调节弹簧的预紧力。弹簧的预紧力越大, 密封系统中的最大油压就越高, 工作台移动时, 能克服的最大负载就越大; 弹簧的预紧力越小, 其能得到的最大工作压力就越小, 能克服的最大负载也越小。另外, 在一般情况下, 液压泵输出的油量多于液压缸所需要的油量, 多余的油须通过溢流阀 4 及时地排回油箱。所以, 溢流阀 4 在该液压系统中起调压、溢流作用。



1. 油箱;2. 滤油器;3. 液压泵;4. 溢流阀;5. 节流阀;
6. 换向阀;7. 手柄;8. 液压缸;9. 工作台

图1-2 机床工作台液压系统结构原理

1.1.2 液压传动的组成

从上面的两个例子可以看出液压系统主要由五部分组成。

1. 动力元件

它是把原动机输入的机械能转换为油液压力能的能量转换装置。其作用是给液压系统提供压力油。动力元件为各种液压泵。

2. 执行元件

它是将油液的压力能转换为机械能的能量转换装置。其作用是在压力油的推动下输出力和速度(直线运动),或力矩和转速(回转运动)。这类元件包括各类液压缸和液压马达。

3. 控制调节元件

它是用来控制或调节液压系统中油液的压力、流量和方向,以保证执行元件完成预期工作的元件。这类元件主要包括各种溢流阀、节流阀以及换向阀等。这些元件的不同组合便形成了不同功能的液压传动系统。

4. 辅助元件

辅助元件是指油箱、油管、油管接头、蓄能器、滤油器、压力表、流量计以及各种密封元件等。这些元件分别起散热贮油、输油、连接、蓄能、过滤、测量压力、测量流量和密封等作用,以保证系统正常工作,是液压系统不可缺少的组成部分。

5. 工作介质

它在液压传动及控制中起传递运动、动力及信号的作用。工作介质为液压油或其他合成液体。

1.1.3 液压传动系统的图形符号

如图 1-1、图 1-2 所示的液压传动系统图是一种半结构式的工作原理图，直观性强，容易理解，但难于绘制。为了方便阅读、分析、设计和绘制液压系统，工程实际中，国内外都采用液压元件的图形符号来表示。按照规定，这些图形符号只表示元件的功能，不表示元件的结构和参数，并以元件的静止状态或零位状态来表示。若液压元件无法用图形符号表述时，仍允许采用半结构原理表示。我国制定了液压与气动元（辅）件图形符号（GB/T786.1 - 1993），其中最常用的部分可参见附录。图 1-3 即为用图形符号表达的图 1-2 的机床往复运动工作台的液压传动系统工作原理图。

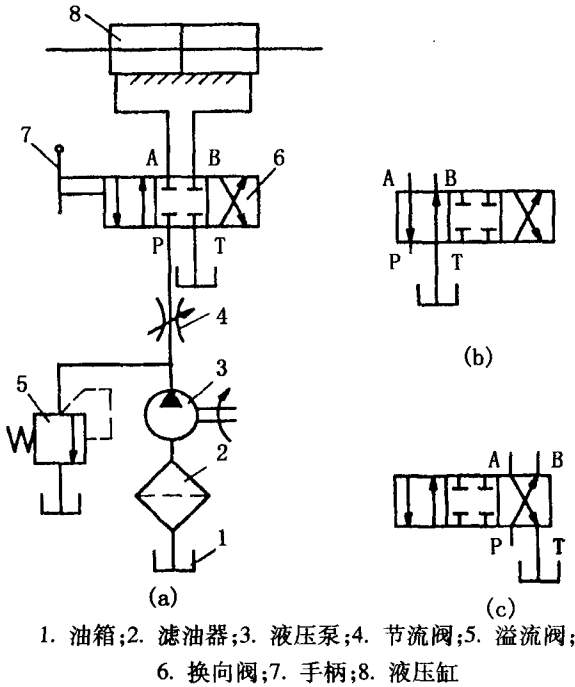


图 1-3 液压传动系统工作原理图(用图形符号)

§ 1.2 液压传动的优缺点及应用发展

1.2.1 液压传动的优缺点

1. 优点

(1)功率质量比大。在同等功率条件下，液压装置质量小、体积小，结构紧凑。如液压马达的质量和体积是同等功率电动机的 10% ~ 12% 左右。

(2)能在大范围内无级调速。

(3)易实现过载保护,元件能自行润滑,所以使用安全、可靠,且使用寿命长。
(4)易于实现自动化。当与电气控制相结合,可实现复杂的顺序动作,也方便远距离调控。

(5)元件已实现标准化、系列化、通用化,从而方便了系统设计及设备维护。

(6)实现直线运动,比机械传动简单。

2. 缺点

(1)液压系统中存在泄漏问题,这会造成能量损失,污染环境。

(2)对温度变化敏感。由于液压传动中所用介质多为矿物油,当温度变化时,其粘度变化大,故影响工作稳定性。

(3)元件制造精度要求高,造价贵。

(4)当液压系统出现故障时,故障原因不易查找。

1.2.2 液压传动技术的应用发展

1. 应用实例

工业领域应用液压传动技术,是根据各自的特点,而不尽相同。目前,液压技术在各机械工业部门应用主要有:

(1)机床:内、外磨床、平面磨床、仿形车床、龙门刨床、数控机床、多工位组合机床、全自动液压车床等。

(2)工程机械:挖掘机、装载机、压路机、平地机、储运机等。

(3)农业机械:联合收割机、拖拉机的悬挂装置等。

(4)汽车工业:自卸汽车、平板车、高空作业车等。

(5)船舶机械:起货机、锚机、舵机、消摆装置等。

(6)智能机械:机器人、机械手、模拟驾驶舱等。

(7)航空航天:起落机、尾翼、机翼等。

(8)其它:火炮跟踪、导弹的炮塔稳定、海底石油探测平台固定、煤矿矿井支承、矿山用的风钻、火车的刹车装置、轧钢机组、液压电梯、塑料加工机械等。

2. 液压传动技术的发展应用

第一阶段:液压传动从17世纪帕斯卡提出静压传递原理、1795年世界上第一台水压机诞生,已有200多年的历史,但由于没有成熟的液压传动技术和液压元件,且工艺制造水平低下,发展缓慢,几乎停滞。

第二阶段:20世纪30年代,由于工艺制造水平提高,开始生产液压元件,并首先应用于机床。

第三阶段:20世纪50~70年代,工艺水平有了很大提高,液压技术也迅速发展,渗透到国民经济的各个领域:从蓝天到水下,从军用到民用,从重工业到轻工业,到处都有液压传动与控制技术。

目前,液压传动技术正在向着高压、高速、高效率、大流量、大功率、微型化、低噪声、低能耗、经久耐用、高度集成化方向发展,向着用计算机控制的机电一体化方向发展。

我国液压技术从20世纪60年代开始发展较快,新产品研制开发和先进国家不相上下,但其发展速度远远落后于同期发展的日本,主要由于工艺制造水平跟不上去,制造比较困

难,材料性能不能满足设计需要,影响了我国液压传动技术的发展。希望各位同学能用自己所学知识为我国的液压传动技术做出应有的贡献。

▲ 思考题

- 1-1 什么叫液压传动?试述液压千斤顶的工作原理。
- 1-2 液压传动系统由哪些部分组成?试说明各组成部分的作用。
- 1-3 液压传动有哪些优缺点?

第2章 液压传动基础

液压传动是以液压油(通常为矿物油)作为工作介质来传递动力和信号的。因此液压油的质量(物理、化学性能)的优劣,尤其是力学性能对液压系统工作的影响很大。所以,在研究液压系统之前,必须对所用的液压油及其性能进行较深入了解,以便进一步理解液压传动的基本原理。本章将着重介绍液压流体力学的一些基础知识。

● 本章重点:

1. 液压油的物理性质;
2. 液体动力学基础知识,即连续性方程、伯努利方程及液体流经管路的压力损失等;
3. 液体流经孔口的流量及其压力差、孔口结构形式的关系等。

● 本章难点:

1. 液体粘性的概念;
2. 伯努利方程的物理意义及其应用。

§ 2.1 液压油

2.1.1 液压油的主要物理性质

1. 密度

单位体积液压油的质量称为该种液体的密度,以 ρ 表示,即

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2-1)$$

式中: V ——液压油的体积(m^3);

m ——体积为 V 的液压油的质量(kg)。

密度是液压油的一个重要物理参数,随着液压油温度和压力的变化也会发生变化,但这种变化量通常很小,可以忽略不计,故实际应用中可以认为液压油密度不受温度和压力变化的影响。温度为 15°C 时,一般液压油的密度为 $900\text{kg}/\text{m}^3$ 。

2. 粘性

(1) 粘性的物理意义

液体在外力的作用下流动时体分子间的内聚力阻碍分子相对运动,而在液体内部产生摩擦力。液体流动时,其内部产生摩擦力的这一特性即称为液体的粘性。粘性是液体的重要物理性质,也是选择液压系统中使用油的主要依据之一。

液体流动时,由于液体的粘性以及液体和固体壁面间的附着力,会使液体内部各层间的速度大小不等。如图 2-1 所示,设两平行平板间充满液体,下平板不动,上平板以速度 u_0 向右平移。由于液体的粘性作用,紧贴下平板的液体层速度为零,紧贴于上平板的液体层速度为 u_0 。而中间各层液体的速度则根据它与下平板间的距离大小近似呈线性规律分布。

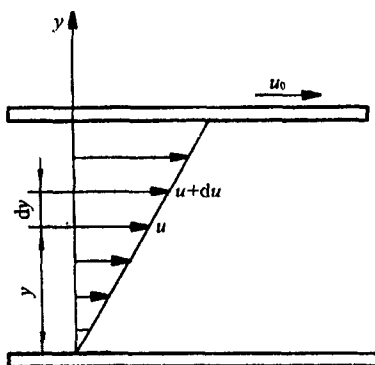


图 2-1 液体的粘性

实验测定结果表明,液体流动时,相邻液层之间的内摩擦力 F 与液层间的接触面积 A 、液层间的相对运动速度 du 成正比,而与液层间的距离 dy 成反比,即

$$F = \mu A \frac{du}{dy} \quad (2-2)$$

若用单位接触面积上的摩擦力 τ (切应力) 来表示,则上式可改写成

$$\tau = \frac{F}{A} = \mu \frac{du}{dy} \quad (2-3)$$

式中: F ——相邻液层间的内摩擦力(N);

A ——液层的接触面积(m^2);

μ ——比例系数,也称为液体的粘性系数或粘度;

du/dy ——相对运动速度对液层间距离的变化率,也称速度梯度或剪切率。

式(2-3)表达的就是牛顿内摩擦定律。

在液体静止时,由于 $dy=0$,内摩擦力 F 为零,因此在液体静止状态时不呈现粘性。

(2) 粘度

液体粘性的大小用粘度来表示。常用的粘度有三种:动力粘度、运动粘度和相对粘度。

①动力粘度。动力粘度又称为绝对粘度,它是表征流动液体内摩擦力大小的粘性系数,

用 μ 来表示,也就是式 $F = \mu A \frac{du}{dy}$ 中的 μ , 即

$$\mu = \frac{F}{A \frac{du}{dy}} \quad (2-4)$$

动力粘度的法定计量单位为 $Pa \cdot s$ (帕·秒, $N \cdot s/m^2$)。

②运动粘度。液体动力粘度和密度的比值称为运动粘度,以 γ 来表示。即

$$\gamma = \frac{\mu}{\rho} \quad (2-5)$$

运动粘度的单位是 m^2/s , 由于该单位偏大,实际上常用 cm^2/s 、 mm^2/s 及以前沿用的非法

定单位 cSt(厘斯)他们之间的关系为 $1\text{m}^2/\text{s} = 10^4\text{cm}^2/\text{s} = 10^6\text{mm}^2/\text{s} = 10^6\text{cSt}$ 。运动粘度无明确的物理意义,但它是工程实际中经常用到的物理量,国际标准化组织 ISO 规定统一采用运动粘度来表示油的粘度等级。液压油的牌号就是采用它在 40°C 时的运动粘度(以 mm^2/s 计)的平均值来标号的,例如 L-HL32 普通液压油在 40°C 时的运动粘度的平均值为 $32\text{mm}^2/\text{s}$ 。

③相对粘度。相对粘度是根据特定测量条件制定的,故又称为条件粘度。测量条件不同,采用的相对粘度单位也不同。例如,中国、德国和前苏联采用的恩氏粘度($^\circ\text{E}$);美国采用的赛氏粘度(SSU);英国采用的雷氏粘度(R)等。

恩氏粘度是用恩氏粘度计测定,即将 200mL 被测液体装入粘度计的容器内,容器周围充水,电热器通过水使液体均匀升温到温度为 $t^\circ\text{C}$,液体由其底部 $\phi 2.8\text{mm}$ 的小孔流出,测出液体流尽所需时间 $t_1(\text{s})$,再测出相同体积温度为 20°C 的蒸馏水在同一容器中流尽所需的时间 $t_2(\text{s})$ (通常平均值 $t_2 = 51\text{s}$)。这两个时间之比即为被测液体在 $t^\circ\text{C}$ 下的恩氏粘度,即

$$^\circ\text{E} = \frac{t_1}{t_2} \quad (2-6)$$

恩氏粘度与运动粘度(m^2/s)的换算关系式为

当 $1.35 \leq ^\circ\text{E} \leq 3.2$ 时

$$\gamma = (8^\circ\text{E} - 8.64/^\circ\text{E}) \times 10^{-6} \quad (2-7)$$

当 $^\circ\text{E} > 3.2$ 时

$$\gamma = (7.6^\circ\text{E} - 4/^\circ\text{E}) \times 10^{-6} \quad (2-8)$$

④调和油的粘度。当油液产品的粘度不符合要求时,可将同一型号两种粘度不同的油按适当的比例混合起来使用,称为调和油。调和油的粘度可用下面经验公式计算

$$^\circ\text{E} = \frac{\alpha_1 ^\circ\text{E}_1 - \alpha_2 ^\circ\text{E}_2 - c(^\circ\text{E}_1 - ^\circ\text{E}_2)}{100} \quad (2-9)$$

式中: $^\circ\text{E}_1$ 、 $^\circ\text{E}_2$ ——混合前后两种油液的恩氏粘度,取 $^\circ\text{E}_1 > ^\circ\text{E}_2$;

$^\circ\text{E}$ ——混合后的调和油的恩氏粘度;

α_1 、 α_2 ——两种油液各占的百分数($\alpha_1 + \alpha_2 = 100\%$);

c ——实验系数,见表 2-1。

表 2-1 实验系数 c 的值

α_1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
α_2	90	80	70	60	50	40	30	20	10
c	6.7	13.1	17.9	22.1	25.5	27.9	28.2	25	17

(3) 温度对粘度的影响

粘度对温度的变化十分敏感,当油液温度升高时,液体分子间的内聚力减少,其粘度显著下降,这一特性称为粘温特性。油液粘度的变化直接影响到液压系统的性能和泄漏量,因此希望油液粘度随温度的变化越小越好。一定温度油液的粘度,可以从液压设计手册中直接查出。不同种类的液压油有不同的粘温特性,图 2-2 为几种典型液压油的粘温特性曲线图。